

Japanese Patent Laid-Open No. 2002-36196 (published on February 5, 2002)

Japanese Patent Laid-Open No. 2002-36196 discloses a photic driving type integrated chemical system wherein a large number of flow passages are formed in a single substrate 1. This integrated chemical system is integrated by using a plurality of valves 3 which do not require high voltages, high temperatures and any electric wiring. The valves 3 are arranged on the substrate 1 for opening and closing the flow passages by movable films, each of which is made of a photoresponsive material reversibly deformed when it is irradiated with laser beams.

Japanese Patent Laid-Open No. 2002-66399 (published on March 5, 2002)

Japanese Patent Laid-Open No. 2002-66399 discloses a vertical liquid jet pump which can improve the cutting of jet liquid and which can be easily assembled as a module.

Japanese Patent Laid-Open No. 2002-282682 (published on October 2, 2002)

Japanese Patent Laid-Open No. 2002-282682 discloses a microchemical reactor capable of being produced by the micromachining technique and capable of changing a reaction system in accordance with intended purpose. In this microchemical reactor, a plurality of microchemical reaction modules 2A, each of which has a reaction passage

3 having a pair of inlet passages 4, 5 and a pair of outlet passages 6, 7, are arranged so as to be set in array. The reaction system is designed to be changed by opening and closing microvalves 8 which are provided in the inlet passages 4 and 5.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-36196

(P2002-36196A)

(43) 公開日 平成14年2月5日(2002.2.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
B 8 1 B 3/00		B 8 1 B 3/00	2 G 0 5 8
G 0 1 N 35/10		G 0 1 N 37/00	1 0 1 3 H 0 6 2
37/00	1 0 1	F 1 6 K 7/14	A
// F 1 6 K 7/14		31/00	
31/00		G 0 1 N 35/08	A

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-222029(P2000-222029)

(22) 出願日 平成12年7月24日(2000.7.24)

(71) 出願人 301021533

独立行政法人産業技術総合研究所

東京都千代田区霞が関1-3-1

(72) 発明者 池原 毅

茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業技

術院機械技術研究所内

(72) 発明者 田中 誠

茨城県つくば市並木1丁目2番地 工業技

術院機械技術研究所内

Fターム(参考) 2G058 EA14 EC07

3H062 AA02 AA12 BB30 BB33 CC29

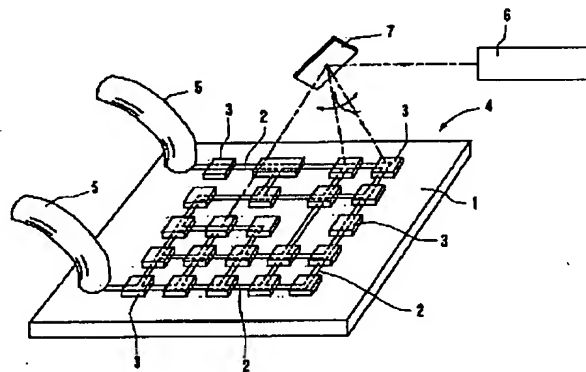
HH02 HH10

(54) 【発明の名称】 光駆動型集積化学システム

(57) 【要約】

【課題】 1つの基板上に多数の流路を形成した集積化学システムに使用するバルブを、高電圧や高温を必要とせず、電気配線の必要のないバルブを用いることにより高集積化を可能とする。

【解決手段】 例えば、ポリシリコン薄膜からなる可動膜の中央部表面に、ポリジアセチレン(PDA)薄膜を蒸着により形成する。この可動膜の縁部をシリコン製の板上に固定し、中央部は自由に変形できるようにする。この可動膜で流路の開閉を行うバルブを構成し、このバルブ3を図1の基板1上に形成した流路の任意の位置に配置する。各バルブ3に対してレーザ照射手段6で2種類の光を照射し、そのレーザ光はミラー7の傾き調整により、任意のバルブに照射して任意の流路を構成する。また、光応答性物質としては、例えばPLZT等の1つの光の照射と非照射で形状が変化するものを用い、パルス光で作動させても良い。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光を照射することで可逆的に変形する光応答性物質を用いて前記変形により弁体を駆動するバルブを構成し、前記バルブを基板上に設けた流路に配置するとともに、前記バルブの光応答性物質に光を照射する光照射手段を設けたことを特徴とする光駆動型集積化学システム。

【請求項 2】 前記光応答性物質は特定の光の照射に 응답して変形し、該光の照射の停止により元の状態に戻る物質である請求項 1 記載の光駆動型集積化学システム。

【請求項 3】 前記光の照射は、光応答性物質の変形時定数より短い時間間隔で間欠的に照射する請求項 2 記載の光駆動型集積化学システム。

【請求項 4】 前記光応答性物質は 2 種の各光に対応した 2 相間に可逆的に相転移を起こして変形する物質であり、前記光照射手段は 2 種の光を照射する請求項 1 記載の光駆動型集積化学システム。

【請求項 5】 前記基板上には複数のバルブを設け、前記光照射手段はレーザ光を反射するミラーの角度変更操作を行うことにより任意のバルブの光応答性物質に対して光を照射する請求項 1 記載の光駆動型集積化学システム。

【請求項 6】 前記光応答性物質を可動膜の表面に膜状に設け、光応答性物質に対して光を照射することにより可動膜を可逆的に変形させてバルブを駆動する請求項 1 記載の光駆動型集積化学システム。

【請求項 7】 前記可動膜により開口を開閉する弁体とした請求項 3 記載の光駆動型集積化学システム。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、光照射により変形する光応答性物質を用いたアクチュエータにより超小型のバルブを構成し、これを基板上の小型の集積化学システムのバルブとして用いた光駆動型集積化学システムに関する。

【0002】

【従来の技術】近年はマイクロマシン技術の進歩により、微量な流体を制御する超小型バルブの研究開発がなされている。また、これらを配管を備えた基板上に多数集積することにより、化学物質の分析・反応をオンチップで行う、集積化学システムが提案されている。

【0003】このような集積化学システムで用いられるマイクロマシン技術を利用して作られる超小型バルブは、一般的に用いられているマイクロマシン技術と同様に半導体プロセスを用いて、シリコンウエハから薄膜成長、フォトリソグラフィ、化学エッチングを通じて製作される。そのため、従来の通常の機械において使用していた電磁気的なモーターや、油圧・空気圧などの駆動システムを組み込むことは難しくなる。したがって、機械的な駆動方法としては半導体プロセスと適合し易い、マ

イクロマシン独特のものが使用されている。

【0004】その代表的なものは静電気の引力を利用する「静電駆動型バルブ」と、加熱したときの物質の膨張を利用する「熱膨張型バルブ」である。静電型バルブは 100V 前後の高電圧を印可することで弁体を駆動し、熱膨張バルブは金属等で作られた薄膜ヒーターに通電し高温にすることで弁体を駆動する。したがって、いずれも電気を用いて駆動を行うことになる。

【0005】これらを複数個利用して集積化学システムを構成した例を図 5 に示す。流体の通る流路 20 及び、超小型バルブに電気信号を伝える電気配線 21 を備えた基板 22 を用意し、その上に多数の超小型バルブ 23 を配置することで、集積化学システムを構成する。外部との間には配管 24 を用いて、試料流体や反応試薬等を導入する。

【0006】このような集積化学システムを構成することで、微量な化学物質や生体物質の分析・反応を一つの統合化されたデバイスで実現することができ、従来多数の装置を組み合わせて行っていた反応操作を簡便なシステムで容易に行えるようになるため、医療分野での検査や DNA 分析などに特に期待が大きい。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来の集積型化学分析システムにおいては、上記のように静電駆動型バルブや熱膨張型バルブ等の電氣的に駆動する超小型バルブを利用していたため、以下のような問題があった。

1. 化学システムを大規模に集積化していくと、バルブ駆動のための電気配線が複雑且つ困難になってくる。メモリ素子のようなアドレッシング回路を搭載すると配線の困難さは軽減されるが、基板上にドライブ回路をもつ必要があり、その面での複雑化は避けられない。
2. 化学システムは他種類の化学物質を扱うため、多くの種類の流路を持った基板を用意する必要があるが、各種の流路をもった種々の基板に応じて一つ一つ配線を設計すると開発の手間がかかるだけでなく、外部の駆動回路を共有化しにくくなる。
3. 特に熱膨張型バルブを用いた場合は駆動部付近が高温になり、周囲に悪影響を及ぼす可能性がある。そのため、マイクロ化学システム等に応用する場合に化学反応に影響を与えたり、試料流体の変質を及ぼす可能性がある。

【0008】したがって、本発明は電気配線が不要であり、且つ熱を発することのない超小型バルブを用いた集積型化学分析システムを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】現在研究開発が行われている超小型バルブには上記のように電気駆動される種々のものが存在するが、本発明者らは先に、それらの技術のもつ問題点を解決するため、各種技術分野で使用する光で駆動するアクチュエータ及びそのア

クチュエータを適用する例として超小型バルブを開発し特許出願している（特願 2000-44311 号）。本発明者等はその後の研究開発、更なる検討により、光駆動型の超小型バルブを利用することで、より集積化に適した化学システムを形成することを発明したものである。

【0010】上記課題を解決するため請求項 1 に係る発明は、光を照射することで可逆的に変形する光応答性物質を用いて前記変形により弁体を駆動するバルブを構成し、前記バルブを基板上に設けた流路に配置するとともに、前記バルブの光応答性物質に光を照射する光照射手段を設けたことを特徴とする光駆動型集積化学システムとしたものである。

【0011】また、請求項 2 に係る発明は、前記光応答性物質は特定の光の照射にตอบสนองして変形し、該光の照射の停止により元の状態に戻る物質である請求項 1 記載の光駆動型集積化学システムとしたものである。

【0012】また、請求項 3 に係る発明は、前記光の照射は、光応答性物質の変形時定数より短い時間間隔で間欠的に照射する請求項 2 記載の光駆動型集積化学システムとしたものである。

【0013】また、請求項 4 に係る発明は、前記光応答性物質は 2 種の各光に対応した 2 相間に可逆的に相転移を起こして変形する物質であり、前記光照射手段は 2 種の光を照射する請求項 1 記載の光駆動型集積化学システムとしたものである。

【0014】また、請求項 5 に係る発明は、前記基板上には複数のバルブを設け、前記光照射手段はレーザー光を反射するミラーの角度変更操作を行うことにより任意のバルブの光応答性物質に対して光を照射する請求項 1 記載の光駆動型集積化学システムとしたものである。

【0015】また、請求項 6 に係る発明は、前記光応答性物質を可動膜の表面に膜状に設け、光応答性物質に対して光を照射することにより可動膜を可逆的に変形させてバルブを駆動する請求項 1 記載の光駆動型集積化学システムとしたものである。

【0016】また、請求項 7 に係る発明は、前記可動膜により開口を開閉する弁体とした請求項 3 記載の光駆動型集積化学システムとしたものである。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を図面に沿って説明する。図 2 には、光の照射により作動する光誘起相転移材料として、蒸着薄膜の製造が容易な「ポリジアセチレン」を用いてバルブを構成した実施例を示す。この実施例においては、ポリシリコン薄膜からなる図中円形に形成した可動膜 10 の中央部表面に、ポリジアセチレン（PDA）薄膜 11 を蒸着により形成する。この可動膜 10 の周縁部分全体をシリコン製の基板 12 上に固定し、中央部は自由に変形できるようにして光駆動アクチュエータを構成する。

【0018】また、基板 12 には第 1 オリフィス 13、及び第 2 オリフィス 14 を設け、各オリフィスの開口を前記可動膜 10 の中心部で開閉可能とし、バルブを構成している。なお、可動膜 10 によりバルブを構成するに際しては、従来公知の種々の手法を用いることができる。

【0019】上記ポリジアセチレンの一種で $[R-(CH_2)_4 OCONH(CH_2)_2 CH_3]$ であるものは、図 3 に示すように主鎖の結合状態の異なる A 相と B 相の 2 状態が共に安定であり、A 相の状態では波長 450～550 nm の第 1 の光を照射すると B 相に相転移を起こして体積が膨張し、この状態で安定する。一方、B 相の状態では波長 350～400 nm の第 2 の光を照射すると A 相に相転移を起こし体積が収縮する。なお、光誘起相転移という現象は、ある材料の温度や圧力等の条件を一定に保った条件において、光照射を行うだけで相転移が起きるものであり、物性物理の分野で大きな注目を浴びており、構造相転移の他に、電子スピン系（磁性）相転移や、金属-絶縁体転移など、様々なタイプが知られるようになっている。

【0020】このような光誘起相転移材料を用い、前記図 2 に示すように、(a) における PDA 薄膜 11 が A 相で図中の状態 1 であるところに、波長 450～550 nm の第 1 の光を照射すると、同図 (b) に示すように、PDA 薄膜 11 が B 相に転移することで状態 2 となり、可動膜 2 の中央部が図中上方に駆動される。また、逆にこの状態 2 において波長 350～400 nm の第 2 の光を照射すると、PDA 薄膜が A 相に転移することで可動膜が再び (a) に示される状態 1 となり、可動膜 10 の中央部が図中下方に駆動され、元に戻る。

【0021】このようにして 2 波長の光を交互に照射することで、可動膜 10 の中央部を可逆的に図中上下動することができるので、その中央部が基板 12 に形成したオリフィス 13、14 を開閉するバルブ作用を行うことができる。それにより流路の開閉を行うことができると共に、マイクロ化学分析分野等での流量制御も行うことができる。

【0022】また、図 4 に示すように基板 12 にオリフィスを 1 個設け、これを開閉することにより弁体の前面側流路と裏面側流路の間の開閉を行うことができ、また開閉のデューティ比制御により流量制御も行うことができる。

【0023】上記のようなバルブはマイクロマシン技術により超微小に形成することができるので、例えば図 1 に示すような基板 1 上に流路 2 を集積して形成した微小流路構成体 4 における任意の流路 2 部分に、各種形態のバルブ 3 として配置することにより用いることができる。各バルブ 3 は必要とする流路形態に応じて、流路の開閉、流路の切換え、流量制御等任意の作動を選択することができる。なお、このバルブを三方弁として用いる

際には、その流路の分岐部における3本の流路に各々このバルブを設け、任意のバルブを開閉することにより所望の流路を形成することができる。同様に、四方弁とする際は、分岐部における4本の流路に各々このバルブを設け、その開閉を選択することにより、任意の流路を形成することができる。また、必要な部分に分析手段を設け、微小分析装置とすることもでき、各種の集積化学システムを構成することができる。

【0024】このような構成の微小流路構成体4の任意のバルブ3を開閉するには、前記2種類の波長の光を選択的に照射することができるレーザ発光装置6を用い、このレーザ光をミラー7を介して所定のバルブの前記PDA薄膜に照射し、相変化を起こさせ可動膜を変形させてバルブの開閉作動を行わせる。前記ミラー7を任意の方向にスキャンすることにより、開閉を行うべき所定のバルブ3に対して2種類のうちのいずれかのレーザを照射する。

【0025】上記実施例においては光の照射によって可逆的に変形する光応答性物質としてPDA薄膜を用いた例を示したが、本発明においてはそのほか公知の種々の光応答性物質を用いることができる。例えば、PLZT ($\text{Pb}_{1-y}\text{La}_y(\text{Zr}_x\text{Ti}_{1-x})_{1-y/4}\text{O}_3$ セラミックス)のように、紫外光を照射するとその光によって生じる電荷のために変形し、照射を止めると元に戻るという「光歪効果」をもつ物質を用いることができる。その際に照射する特定の光としては紫外光が用いられるが、この紫外光の照射を止めた際に元に戻るのに所定の時間がかかるので、紫外光をパルス的に照射し、前記元に戻る時定数よりも短い時間内に次の照射パルスを与えることにより弁の開放状態、あるいは閉鎖状態を維持することができる。このようなパルスの照射によりバルブ操作エネルギーを減少させ、また長時間の光照射による各種物質への影響を減少することができる。

【0026】また、光応答性物質として例えばアゾベンゼン分子を組み込んだポリマー等も用いることができる。この物質は光を照射すると収縮し、照射を止めると元に戻ることが知られており、これを用いることによっても、特定の1種類の光を照射することにより上記と同様のバルブの作動を行わせることができる。このように、前実施例のような2種類の光を用いることなく1種類の光のみで、また光相転移の現象を用いることなく光照射による収縮現象を用いることにより光応答性物質を作動し、バルブを操作することができる。

【0027】更に上記のほか光により変形する公知の種々の素材を用いることができ、また、そのような光により変形する素材を上記のように可動薄膜上に形成し可動薄膜によって弁を構成する以外に、この可動薄膜に弁駆動部材を設け、弁駆動部材を介して弁体を駆動するように構成する等、種々の手段により弁体の駆動を行うことができる。

【0028】

【発明の効果】本発明は上記のように構成したので、電氣的配線を全く要することなくバルブの駆動ができるため、集積化学システムにおいて集積度を上げて、従来の電気を用いたもののような配線が複雑化、困難化することを避けることができる。また、高電圧や熱を使用しないため、バルブ駆動部分周辺への悪影響が少なくなり、マイクロ化学分析システム等を構成するときに、制御流体への悪影響を少なくすることができる。

【0029】また、請求項2に係る発明は、前記光応答性物質は特定の光の照射にตอบสนองして変形し、該光の照射の停止により元の状態に戻る物質としたので、光照射手段が1種類の光を照射するのみでもバルブの開閉を行うことができ、簡単な光照射手段により種々の光応答性物質を用いて光駆動集積化学システムを形成することができる。

【0030】また、請求項3に係る発明は、前記光の照射は、光応答性物質の変形時定数より短い時間間隔で間欠的に照射するので、光応答性物質が光の照射を止めた後において元の状態に戻る時定数よりも短い時間内に次の照射パルスを与えることにより弁の開放状態、あるいは閉鎖状態を維持することができ、このようなパルスの照射により常時エネルギーを消費し続けることがないため、バルブ操作のエネルギー投入量を減少させ、また長時間の光照射による各種物質への影響を減少することができる。

【0031】また、請求項4に係る発明は、前記光応答性物質は2種の各光に対応した2相間に可逆的に相転移を起こして変形する物質であり、前記光照射手段は2種の光を照射するように構成したので、光応答物質による2つの状態を確実に形成することができ、確実なバルブの開閉作動を行わせることができる。

【0032】また、請求項5に係る発明は、前記基板には複数のバルブを設け、前記光照射手段はレーザ光を反射するミラーの角度変更操作を行うことにより任意のバルブの光応答性物質に対して光を照射するので、集積化学システムのバルブ駆動を簡単な構造により容易に行うことができる。

【0033】また、請求項6に係る発明は、前記光応答性物質を可動膜の表面に膜状に設け、光応答性物質に対して光を照射することにより可動膜を可逆的に変形させてバルブを駆動するので、簡単な構造でバルブ駆動手段を構成することができる。

【0034】また、請求項7に係る発明は、前記可動膜により開口を開閉する弁体としたものにおいては、簡単な構造でバルブを構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光駆動型集積化学システムの実施例の斜視図である。

【図2】本発明に用いられるバルブの一実施例の作動を

示す斜視図であり、(a)は光誘起相転移材料がA相の状態1、(b)はB相の状態2を示す。

【図3】本発明において光誘起相転移材料として用いられる、ポリジアセチレンの相転移状態を示す図である。

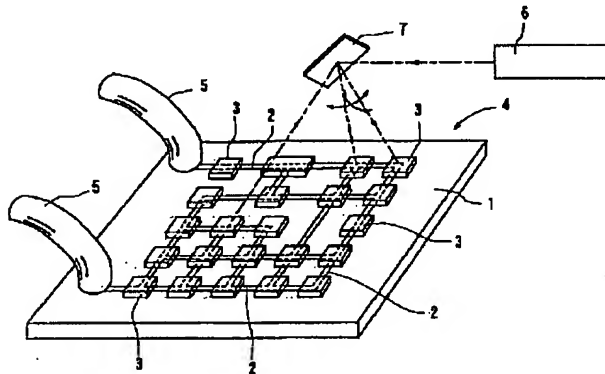
【図4】本発明に用いられるバルブの他の実施例の斜視図である。

【図5】従来の電気駆動型バルブを用いた集積化学システムの斜視図である。

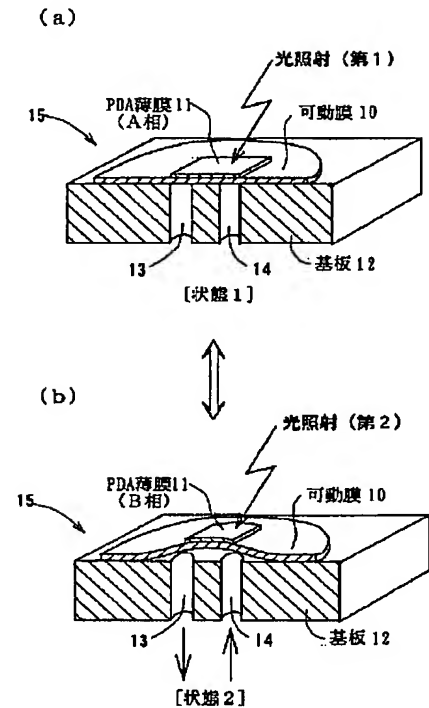
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 流路
- 3 バルブ
- 4 微小流路構成体
- 5 配管
- 6 レーザ発光装置
- 7 ミラー

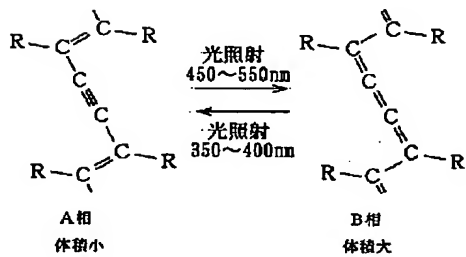
【図1】



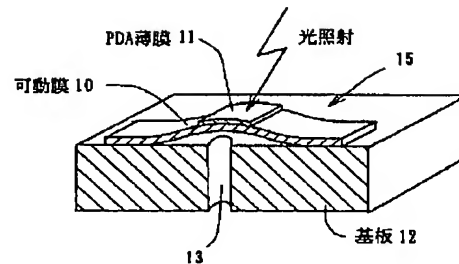
【図2】



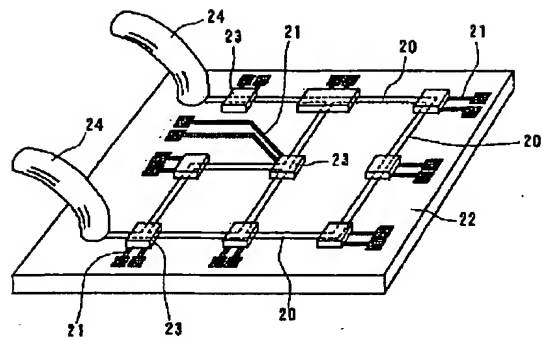
【図3】



【図4】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
G 0 1 N 35/08

識別記号

F I
G 0 1 N 35/06

テーマコード* (参考)
D